

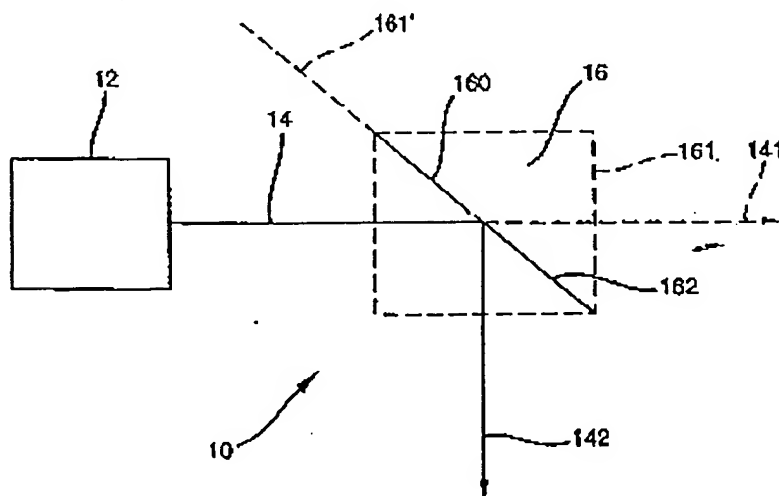
REPUBLIQUE FRANCAISE

Numéro de publication : **FR2805092**INSTITUT NATIONAL DE LA  
PROPRIETE INDUSTRIELLEDate de publication : **17.08.2001**

PARIS

N° de dépôt : **FR0001649**Date de dépôt : **10.02.2000**Indice principal **H01S-003/23**Indice secondaire **H04J-014/02**Déposant(s) : **CORNING INCORPORATED**Inventeur(s) : **CAYREFOURCQ IAN, MAIGNE PASCAL****SOURCE LASER SUSCEPTIBLE D'ETRE SELECTIONNEE SOUS L'EFFET D'UN MEMS**

La présente invention concerne un dispositif optique (10) à sortie laser susceptible d'être sélectionnée sous l'effet d'un MEMS. Il comprend : une source laser (12) à sortie laser (14); et un commutateur (16) à MEMS couplé optiquement à la source laser (12) pour coupler sélectivement, dans une direction (141, 142) susceptible d'être sélectionnée, la sortie laser (14) de la source laser (12). Elle concerne aussi une source laser susceptible d'être sélectionnée sous l'effet d'un MEMS qui comprend un substrat incluant un premier et un deuxième guide d'ondes optique d'entrée et un guide d'ondes optique de sortie; une première et une deuxième sources laser sur le substrat couplées aux guides d'ondes respectifs d'entrée; et un commutateur à MEMS qui inclut un miroir mobile en réponse à un signal de commande, de manière à diriger optiquement vers le guide d'ondes optique de sortie, c'est-à-dire la sortie de source, un signal optique qui provient de l'un ou l'autre des guides d'ondes selon la position de miroir.



Premier	Précédent	Suivant	Dernier
---------	-----------	---------	---------

①⑨ RÉPUBLIQUE FRANÇAISE  
INSTITUT NATIONAL  
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE  
PARIS

①① N° de publication :

2 805 092

(à n'utiliser que pour les  
commandes de reproduction)

②① N° d'enregistrement national :

00 01649

⑤① Int Cl<sup>7</sup> : H 01 S 3/23, H 04 J 14/02

⑫

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

②② Date de dépôt : 10.02.00.

③③ Priorité :

④③ Date de mise à la disposition du public de la  
demande : 17.08.01 Bulletin 01/33.

⑤⑥ Liste des documents cités dans le rapport de  
recherche préliminaire : *Ce dernier n'a pas été  
établi à la date de publication de la demande.*

⑥① Références à d'autres documents nationaux  
apparentés :

⑦① Demandeur(s) : CORNING INCORPORATED — US.

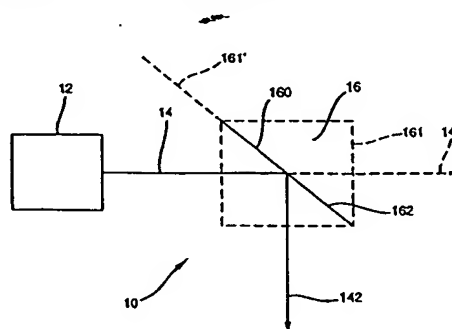
⑦② Inventeur(s) : CAYREFOURCQ IAN et Maigne PAS-  
CAL PHILIPPE.

⑦③ Titulaire(s) :

⑦④ Mandataire(s) : REGIMBEAU.

⑤④ SOURCE LASER SUSCEPTIBLE D'ETRE SELECTIONNEE SOUS L'EFFET D'UN MEMS.

⑤⑦ La présente invention concerne un dispositif optique  
(10) à sortie laser susceptible d'être sélectionnée sous l'ef-  
fet d'un MEMS. Il comprend: une source laser (12) à sortie  
laser (14); et un commutateur (16) à MEMS couplé optique-  
ment à la source laser (12) pour coupler sélectivement,  
dans une direction (141, 142) susceptible d'être sélection-  
née, la sortie laser (14) de la source laser (12). Elle concer-  
ne aussi une source laser susceptible d'être sélectionnée  
sous l'effet d'un MEMS qui comprend un substrat incluant  
un premier et un deuxième guide d'ondes optique d'entrée  
et un guide d'ondes optique de sortie; une première et une  
deuxième sources laser sur le substrat couplées aux guides  
d'ondes respectifs d'entrée; et un commutateur à MEMS qui  
inclut un miroir mobile en réponse à un signal de comman-  
de, de manière à diriger optiquement vers le guide d'ondes  
optique de sortie, c'est-à-dire la sortie de source, un signal  
optique qui provient de l'un ou l'autre des guides d'ondes  
selon la position de miroir.



FR 2 805 092 - A1



La présente invention concerne de façon générale des micro-actionneurs et, en particulier, l'hybridation d'un composant microactionneur, par exemple un système micro-électro-mécanique, ou MEMS selon les initiales du terme anglo-saxon micro-electro-mechanical-system, et d'un composant discret de communications optiques, par exemple un réseau laser, sur lequel il est monté.

Dans un réseau de communications optiques, tant pour des communications à longue distance que pour des applications métropolitaines, la plupart des dérangements des systèmes sont provoqués par des défaillances de sources laser. Actuellement, la seule méthode de réparation du système consiste à remplacer la source défaillante, ce qui ne peut pas être effectué instantanément. Des sources de réserve ou des sources redondantes sont donc nécessaires s'il faut un changement rapide. Le nombre de lasers utilisés dans des systèmes multiplexés à division de longueurs d'ondes, ou WDM selon les initiales du terme anglo-saxon wavelength division multiplexed, continuent à augmenter pour des configurations de réseaux. Doubler le nombre des sources lasers pour constituer des lasers de secours en cas de dérangement du système devient donc de plus en plus onéreux.

Une solution possible consisterait à utiliser comme source de réserve un laser accordable en longueur d'onde. En cas de défaillance de la source laser principale, à une longueur d'onde quelconque, c'est la source accordable qui serait substituée jusqu'à ce que la source défaillante puisse être remplacée. Le problème principal de cette approche est que la stabilité de longueur d'onde de telles sources accordables disponibles commercialement peut être insuffisante. Les sources accordables actuellement disponibles exigent aussi un dispositif séparé de contrôle et de verrouillage sur une longueur d'onde donnée. L'électronique de ce contrôle et de ce verrouillage est actuellement complexe, onéreuse et très encombrante. Aucun composant unique commercialisé actuellement ne satisfait à la fois, pour une telle source laser de secours WDM souhaitable, à cette exigence et à d'autres, c'est-à-dire la performance, les coûts, les dimensions, les pertes de couplage et les pertes thermiques.

Il y a donc lieu de rechercher des alternatives. l'une d'elles consiste à couvrir, par exemple, les quarante canaux d'un réseau donné au moyen de

cinq modules de huit lasers intégrés dans un réseau unique. Ceci constitue une solution économique en termes d'espace, d'électronique et de coût.

Cette approche consiste à monter sur une plate-forme commune un réseau laser, un combineur 8x1, un amplificateur optique semi-conducteur, ou SOA selon les initiales du terme anglo-saxon semiconductor optical amplifier, et une photodiode en utilisant la technologie à pastille à protubérances, ou flip-chip selon le terme anglo-saxon. Mais les pertes et les grandes dimensions associées à un combineur classique peuvent être prohibitives dans un petit boîtier.

Il existe donc un besoin de réaliser une source laser de secours en employant des éléments discrets disponibles tout en satisfaisant aux exigences de conception liées à la performance, au coût, aux dimensions, et aux pertes de couplage et pertes thermiques.

Selon un premier aspect, la présente invention réalise un dispositif optique laser à sortie susceptible d'être sélectionnée sous l'effet d'un MEMS ou, en d'autres termes, à sélection basée sur un MEMS, caractérisé en ce qu'il comprend :

- une source laser à sortie laser ; et
- un commutateur à MEMS couplé optiquement à la source laser pour coupler sélectivement, dans une direction susceptible d'être sélectionnée, la sortie laser de la source laser.

La source laser peut comprendre un réseau laser et une source de réserve à multiples longueurs d'ondes.

La source laser peut comprendre un réseau laser à multiples longueurs d'ondes qui inclut une série de lasers, chacun d'une longueur d'onde différente.

La source de réserve à multiples longueurs d'ondes peut comprendre un laser accordable.

La source de réserve à multiples longueurs d'ondes peut comprendre une source laser à multiples longueurs d'ondes susceptibles d'être sélectionnées.

La source laser peut comprendre un réseau laser.

Le réseau laser peut comprendre un réseau laser à multiples longueurs d'ondes qui inclut une série de lasers, chacun d'une longueur d'onde différente.

5 Le réseau laser peut comprendre un réseau laser à longueur d'onde unique qui inclut une série de lasers qui sont tous de la même longueur d'onde.

Le dispositif peut comprendre en outre

- un guide d'ondes pour coupler la sortie laser ;
- un photodétecteur pour vérifier que la puissance de sortie du laser est
- 10 suffisante ; et
- un coupleur à prise couplé optiquement au guide d'ondes pour dévier vers le photodétecteur une fraction de la sortie laser afin de capter la puissance.

15 Selon un deuxième aspect, l'invention réalise une source laser susceptible d'être sélectionnée sous l'effet d'un MEMS, caractérisée en ce quelle comprend :

- un substrat incluant un premier guide d'ondes optique d'entrée, un deuxième guide d'ondes optique d'entrée et un guide d'ondes optique de sortie ;
- 20 - une première source laser disposée sur le substrat et couplée au premier guide d'ondes optique d'entrée ;
- une deuxième source laser disposée sur le substrat et couplée au deuxième guide d'ondes optique d'entrée ; et
- un commutateur à MEMS qui inclut un miroir mobile en réponse à un
- 25 signal de commande, de manière à diriger optiquement vers le guide d'ondes optique de sortie, qui constitue la sortie de source laser, un signal optique qui provient, soit du premier guide d'ondes optique d'entrée pour une première position du miroir, soit du deuxième guide d'ondes optique d'entrée pour une deuxième position de miroir.

30 Le commutateur à MEMS peut comprendre un actionneur pour faire glisser le miroir dans une tranchée afin qu'il reflète sélectivement vers le guide d'ondes optique de sortie le signal optique présent sur le deuxième guide d'ondes optique d'entrée.

Le commutateur à MEMS peut comprendre un réseau 1xN d'actionneurs pour faire glisser sélectivement le miroir dans une tranchée afin qu'il reflète sélectivement vers le guide d'ondes optique de sortie le signal optique présent sur le deuxième guide d'ondes optique d'entrée.

5 Le substrat peut comprendre une carte mère plane en silicium à circuit optique lumineux dans laquelle

- le guide d'ondes optique de sortie est disposé de façon linéaire dans un trajet linéaire qui vient du premier guide d'ondes optique d'entrée et
  - le guide d'ondes optique de sortie est disposé de façon non linéaire à
- 10 distance du deuxième guide d'ondes optique d'entrée.

On peut prévoir que le miroir inclus dans le commutateur à MEMS peut coulisser entre

- la première position qui n'obstrue pas un trajet optique entre le premier guide d'ondes optique d'entrée et le guide d'ondes optique de sortie, et
- 15 - une deuxième position qui obstrue le trajet optique entre le premier guide d'ondes optique d'entrée et le guide d'ondes optique de sortie,
- afin de rediriger le trajet optique entre le deuxième guide d'ondes optique d'entrée et le guide d'ondes optique de sortie.

20 Le substrat peut comprendre une carte mère plane en silicium à circuit optique lumineux dans laquelle le deuxième guide d'ondes optique d'entrée est disposé perpendiculairement au guide d'ondes optique de sortie.

Le commutateur à MEMS peut comprendre un actionneur pour faire coulisser le miroir dans une tranchée vers une position dressée, en diagonale, à une intersection optique du deuxième guide d'ondes optique d'entrée et du guide d'ondes optique de sortie, afin de refléter sélective-

25 ment vers le guide d'ondes optique de sortie le signal optique présent sur le deuxième guide d'ondes optique d'entrée.

Selon un troisième aspect, l'invention réalise une source laser susceptible d'être sélectionnée sous l'effet d'un MEMS, caractérisée en ce

30 qu'elle comprend :

- un substrat qui inclut une série de guides d'ondes optiques d'entrée et un guide d'ondes optique de sortie ;
- un réseau de lasers disposé sur le substrat et incluant une série de lasers qui sont connectés de façon correspondante à chacun des guides d'ondes

optique d'entrée de la série afin d'amener en réponse à un signal de commande un faisceau laser sélectionné activé sur l'un des guides d'ondes optique d'entrée de la série ; et

- un commutateur à MEMS à connexions croisées nx1 qui inclut une série de miroirs mobiles qui peuvent être activés séparément en réponse au signal de commande afin de refléter optiquement vers le guide d'ondes optique de sortie, qui constitue la sortie de source laser, le faisceau laser sélectionné couplé à partir de l'un des guides d'ondes d'entrée.

Les buts, particularités et avantages de l'invention exposés ci-dessus, ainsi que d'autres, ressortiront directement à l'homme de l'art à partir de la description détaillée, des revendications ainsi que des dessins annexés, qui suivent, ou seront reconnus par la mise en pratique de l'invention décrite ici.

Il faut comprendre que tant la description générale qui précède que la description détaillée qui suit ne constituent que des exemples de l'invention et sont prévues pour fournir une vue d'ensemble, ou cadre, pour comprendre la nature et le caractère de l'invention, tels qu'ils sont revendiqués. Les dessins annexés sont inclus pour permettre de mieux comprendre l'invention et sont incorporés dans la présente description en tant que partie intégrante. Les dessins illustrent divers modes de réalisation de l'invention et servent, avec la description, à expliquer les principes et le fonctionnement de l'invention.

- La Figure 1 est une représentation schématique de base d'un dispositif optique à sortie laser susceptible d'être sélectionnée, sous l'effet d'un MEMS, selon la présente invention ;
- la Figure 2 est une représentation schématique, sous forme de réseau, d'un premier mode de réalisation du laser 12 et du commutateur 16 à MEMS de la Figure 1, selon la présente invention ;
- la Figure 3 est une représentation schématique, sous forme de réseau, d'un deuxième mode de réalisation du laser 12 et du commutateur 16 à MEMS de la Figure 1, selon la présente invention ;
- la Figure 4 est une représentation schématique, sous forme de réseau, d'un troisième mode de réalisation du laser 12 et du commutateur 16 à MEMS de la Figure 1, selon la présente invention ;

- la Figure 5 est une représentation schématique, sous forme de réseau, du troisième mode de réalisation du laser 12 et du commutateur 16 à MEMS de la Figure 1, selon la présente invention, en utilisant comme source de réserve 412 à la Figure 4 la source 212 à longueurs d'ondes susceptibles d'être sélectionnées de la Figure 2, conformément à la présente invention ;
- la Figure 6 est une représentation hybridée simplifiée en vue de dessus du mode de réalisation représenté aux Figures 3 à 5, conformément à la présente invention ;
- 10 - la Figure 7 représente un mode de réalisation hybride simplifié de la Figure 2, conformément à la présente invention ;
- la Figure 8 représente un mode de réalisation hybride simplifié de la Figure 2, auquel un photodétecteur facultatif 820 a été ajouté, conformément à la présente invention ;
- 15 - la Figure 9 représente un mode de réalisation hybride simplifié de la Figure 5, , auquel un photodétecteur facultatif 820 de la Figure 8 a été ajouté, conformément à la présente invention ; et
- la Figure 10 représente un mode de réalisation hybride simplifié de la Figure 4, en utilisant, comme source de réserve 412 de la Figure 4, un
- 20 laser accordable conformément à la présente invention.

On se réfère maintenant en détails aux modes de réalisation actuellement préférés de l'invention dont des exemples sont illustrés dans les dessins simplifiés annexés. Chaque fois que possible, les mêmes références numériques sont utilisées dans tous les dessins pour désigner les mêmes

25 éléments ou des éléments similaires. Un exemple de mode de réalisation du dispositif optique à sortie laser susceptible d'être sélectionné sous l'effet d'un MEMS, conforme à la présente invention, est représenté à la Figure 1 et il est désigné généralement partout par la références numériques 10.

Au lieu d'utiliser comme approche de réalisation d'une source laser à

30 multiples longueurs d'ondes un combineur 8x1 qui provoque des pertes , la présente invention enseigne l'utilisation d'un commutateur à base de connexions croisées à MEMS 8x1 afin de sélectionner une source laser souhaitée dans une série de sources lasers disponibles. De manière connue dans l'art, un système micro-électro-mécanique MEMS inclut une rangée de

miroirs mobiles activés par énergie thermique ou électrostatique. Ces miroirs du MEMS sont caractérisés par un comportement à effet de sas qui permet des économies d'énergie.

Selon l'invention, le dispositif optique 10 à sortie laser susceptible d'être sélectionnée sous l'effet d'un MEMS inclut un premier élément consistant en une source laser 12 à sortie laser 14 représentée de façon générique à la Figure 1. Un deuxième élément consistant en un commutateur 16 à MEMS est couplé optiquement à la source laser 12 pour coupler sélectivement la sortie laser 14 de la source laser 12 dans l'une de deux directions 141, 142. Le commutateur 16 à MEMS inclut un miroir 160 qui peut coulisser ou être déplacé d'une autre manière, à partir d'une première position 161 dans laquelle le miroir 160 est tracé en traits interrompus pour représenter qu'il est à plat ou dans une autre position non obstruante, par exemple en étant coulissé hors du trajet tout en restant dans une position dressée 161', pour constituer un trajet optique linéaire 141 de sortie sans obstruction. Une deuxième position 162 est tracée en trait plein, et représente le miroir 160 dans sa direction dressée alignée verticalement, de préférence selon un angle de quarante-cinq degrés ou dans une autre position obstruante, de façon que le miroir 160 obstrue le trajet optique linéaire afin de réorienter le trajet optique dans une direction perpendiculaire ou une autre direction non linéaire.

Selon le présent mode de réalisation représenté à la Figure 2, la source laser 12 de la Figure 1 est un réseau laser 212 qui peut être, soit un réseau laser à multiples longueurs d'ondes incluant une série de lasers, chacun d'une longueur d'onde différente, c'est-à-dire une source à longueurs d'ondes susceptibles d'être sélectionnées, soit un réseau laser à longueur d'onde unique qui inclut une série de lasers qui sont tous de la même longueur d'onde, c'est-à-dire une cartouche laser permanente, afin de former une source de réserve qui est, soit une source laser sélective en longueur d'onde, soit une source laser permanente redondante, destinée à multiplier la durée de vie de l'ensemble, ce qui peut être désigné par  $n \times$ , par rapport au cas où un seul laser est présent. De façon correspondante, le commutateur 16 à MEMS de la Figure 1 est un commutateur 216 à connexions croisées à MEMS  $n \times 1$  afin d'effectuer un accouplement à

connexions croisées avec les  $n$  lasers 212 qui sont, soit de la même longueur d'onde, soit de longueurs d'ondes différentes.

En se référant à la Figure 3, celle-ci est une représentation schématique simple de la manière dont la source de réserve 212 de la Figure 2, dans sa version à longueur d'onde susceptible d'être sélectionnée de la présente invention ou dans une version accordable actuellement disponible, peut être utilisée avec une source ou un réseau laser 312 fonctionnant normalement pour multiplexer le réseau de sorties dans un multiplexeur afin de former une sortie multiplexée 330 à utiliser pour un réseau. Ici, la source laser 12 susceptible d'être sélectionnée, sous l'effet d'un MEMS, de la Figure 1 inclut le réseau laser à fonctionnement normal comme première source laser 312 et la source de réserve 212 de la Figure 2 comme deuxième source laser 212 à substituer dans une longueur d'onde sélectionnée pour toute longueur d'onde qui ne fonctionne plus. Un commutateur 316 à MEMS inclut le miroir sélectionné 160, qui est mobile en réponse à un signal de commande qui active aussi la longueur d'onde correspondante de la source laser de réserve 212, afin d'être substitué au laser du premier réseau laser 312, de la même longueur d'onde, qui ne fonctionne pas. Par conséquent, soit le commutateur à MEMS dirige optiquement dans la première position 161 le signal optique fonctionnant normalement qui provient du premier réseau 312 de fonctionnement normal, soit ce commutateur entre par substitution, dans la deuxième position 162 de miroir, le signal de la source de réserve 212 vers le multiplexeur 320 pour constituer la sortie 330 de source laser multiplexée.

En se référant à la Figure 4, si une source laser accordable actuellement disponible est utilisée comme source de réserve 212 à la Figure 3, la Figure 3 peut être représentée plus simplement sous la forme de la source accordable 412 couplée perpendiculairement à un commutateur 516 à connexions croisées à MEMS  $1 \times n$ .

Si le couplage diagonal du commutateur 316 à MEMS entre l'agencement à matrices perpendiculaires formées par la première et la deuxième sources 212 et 312 de la Figure 3 n'est pas pratique, la source de réserve à longueur d'onde susceptible d'être sélectionnée de la Figure 2 peut remplacer la source de réserve 412 de la Figure 4 et être tel que représenté à la

Figure 5 où le premier commutateur 216 à MEMS, qui est nx1 et inclut un miroir activé sélectionné 162, est maintenant couplé de façon linéaire à un deuxième commutateur 516 à MEMS qui est nx1, à miroir activé correspondant 162'.

- 5 En se référant à la Figure 6, une version hybride simplifiée en vue de dessus de la source laser 10 de la Figure 1, susceptible d'être sélectionnée sous l'effet d'un MEMS et représentée schématiquement aux Figures 3 à 5, est représentée disposée de façon générique sur un substrat 600. Le substrat 600 est de préférence constitué d'une carte mère plane en silicium
- 10 à circuit optique lumineux. Le substrat 600 inclut un premier guide d'ondes optique d'entrée 601, un deuxième guide d'ondes optique d'entrée 602, et un guide d'ondes optique de sortie 620 qui est de préférence en alignement linéaire avec le premier guide d'ondes optique d'entrée 601 et aligné perpendiculairement au deuxième guide d'ondes optique d'entrée 602. Par
- 15 conséquent, la première source laser 312 est disposée sur le substrat 600 en étant couplée au premier guide d'ondes optique d'entrée 601 afin d'envoyer les signaux optiques 14 du fonctionnement normal. La deuxième source laser 412 est disposée sur le substrat 600 en étant couplée au deuxième guide d'ondes optique d'entrée 602 afin d'envoyer le signal
- 20 optique de réserve 614 dans le cas où une source de réserve doit être activée en substitution par le signal de commande 670. Le commutateur 16 à MEMS inclut le miroir 160 qui peut, en réponse au signal de commande 670, être déplacé à l'intérieur d'une tranchée 760 ménagée dans le substrat 600 afin de diriger optiquement vers le guide d'ondes optique de sortie 620,
- 25 pour constituer la sortie 142 de source laser, un signal optique 614 ou 14 qui, soit provient du premier guide d'ondes optique d'entrée 601 dans la première position du miroir 161, soit provient du deuxième guide d'ondes optique d'entrée 602 dans une deuxième position de miroir 162. Lorsqu'il est dressé en diagonale en alignement dans la deuxième position 162, à
- 30 l'intersection des guides d'ondes d'entrée et de sortie, le miroir 160 reflète perpendiculairement ou d'une autre façon non linéaire le trajet optique 14 qui provient de la source de réserve 412, à partir du trajet de sortie 141 sans obstruction, de sorte que la longueur d'onde de réserve de la deuxième source 412 peut être substituée à la longueur d'onde de la

première source normale 312 qui ne fonctionne pas. Puisque le commutateur 16 à MEMS n'est activé que si le laser applicable provenant de la source à fonctionnement normal 312 est défectueux, le trajet de sortie 141 ne sera pas suivi de façon réaliste mais est représenté ici seulement comme  
5 une référence qui renvoie à la Figure 1. Comme indiqué en référence à la Figure 1, la première position non obstruée ou ouverte peut être mise en application par un miroir dressé qui coulisse à l'intérieur de la tranchée 760 dans une position non à plat 161', à l'écart de l'intersection formée par le point de croisement entre les guides d'ondes d'entrée et de sortie.

10 En se référant à la Figure 7, cette vue représente une vue simplifiée de l'ensemble hybride de la source de réserve 412 de la Figure 6 et de la Figure 2. Le commutateur 216 à MEMS est réalisé sur le substrat 600 sous forme de pastille à protubérances qui contient les guides d'ondes optiques (8 entrées et 1 sortie) et les tranchées 760 à leurs intersections. Le côté  
15 inférieur du commutateur 216 à MEMS représenté à plus grande échelle dans un détail 700 est assemblé comme pastille à protubérances sur le sommet du substrat 600 où une tranchée interne 760 du commutateur à MEMS serait placée à une intersection optique du deuxième guide d'ondes optique d'entrée 602 et du guide d'ondes de sortie 620. Le commutateur  
20 216 à MEMS inclut un actionneur 750 constitué d'une poutre de silicium, qui répond à des variations électrostatiques ou thermiques pour faire coulisser le miroir dans la position dressée 162 à l'intérieur de la tranchée 760 afin de refléter sélectivement vers le guide d'ondes optique de sortie 620 le signal optique présent sur le deuxième guide d'ondes optique d'entrée 602. Des  
25 tranchées dans lesquelles le miroir 160 coulisse sont ménagées dans le guide d'ondes en silice. Les tranchées 760 sont remplies d'une huile à même indice optique que celui des guides d'ondes 602 et 620 en silice. Le miroir du MEMS est coulissé pour entrer dans l'intersection de façon que la lumière soit reflétée vers la sortie, à travers la tranchée, au lieu de traverser  
30 simplement, sans obstruction, lorsque le miroir repose à plat. Par conséquent, le commutateur 216 à MEMS permet de connecter les guides d'ondes d'entrée et de sortie.

Aucune connexion réelle du commutateur 216 à MEMS au laser sélectionné qui se trouve sur une autre microplaquette pour le réseau de

réserve 212 n'est nécessaire. Lorsque l'un des huit lasers, par exemple, est sélectionné pour être utilisé, le signal de commande 670 applique l'énergie au laser sélectionné. La microplaquette ou le réseau laser séparé 212 est placé face aux huit guides d'ondes d'entrée 602 en silice. Lorsque l'un de ces lasers ou le réseau 212 est initialisé, la lumière qui traverse le petit guide d'ondes d'entrée 602 est obstruée par le commutateur à MEMS à connexions croisées sous la forme du petit miroir dans sa position dressée 162, qui est déplacé par un déplacement électrostatique ou thermique en vue d'une réflexion appropriée dans la direction de sortie souhaitée.

10 Selon l'invention, la source laser 10 des Figures 1 et 7, susceptible d'être sélectionnée sous l'effet d'un MEMS, peut inclure en outre un photodétecteur 820 représenté à la Figure 8 afin de vérifier que la puissance de la sortie laser 142 est suffisante. Un coupleur 840 à prise est couplé optiquement au commutateur 216 à MEMS pour dévier vers le photodétecteur 820 une fraction de la sortie laser du guide d'ondes 620 afin de  
15 détecter la puissance qui y est contenue.

La Figure 9 représente une version hybride, conforme aux enseignements de la présente invention, de la Figure 5 à laquelle est ajouté le photodétecteur facultatif 820. De même, la Figure 10 représente une version hybride de la Figure 4, dans laquelle le laser accordable est utilisé  
20 comme source de réserve 412.

Il ressortira clairement à l'homme de l'art que diverses modifications et variantes peuvent être apportées à la présente invention sans s'écarter de l'esprit et du cadre de l'invention. La présente invention doit donc couvrir les  
25 modifications et variantes de la présente invention pourvu qu'elles soient incluses à l'intérieur du cadre des revendications et de leurs équivalents.

## REVENDICATIONS

1. Dispositif optique (10) à sortie laser susceptible d'être sélectionnée sous l'effet d'un MEMS, caractérisé en ce qu'il comprend :

- une source laser (12) à sortie laser (14) ; et
- 5 - un commutateur (16) à MEMS couplé optiquement à la source laser (12) pour coupler sélectivement, dans une direction (141, 142) susceptible d'être sélectionnée, la sortie laser (14) de la source laser (12).

2. Dispositif (10) selon la revendication 1, caractérisé en ce que la source laser (12) comprend un réseau laser (312) et une source de réserve  
10 (212) à multiples longueurs d'ondes.

3. Dispositif (10) selon la revendication 2, caractérisé en ce que la source laser (12) comprend un réseau laser (312) à multiples longueurs d'ondes qui inclut une série de lasers, chacun d'une longueur d'onde différente.

15 4. Dispositif (10) selon la revendication 2, caractérisé en ce que la source de réserve (212) à multiples longueurs d'ondes comprend un laser accordable.

5. Dispositif (10) selon la revendication 2, caractérisé en ce que la source de réserve (212) à multiples longueurs d'ondes comprend une  
20 source laser à multiples longueurs d'ondes susceptibles d'être sélectionnées.

6. Dispositif (10) selon la revendication 1 caractérisé en ce que la source laser (12) comprend un réseau laser (212).

7. Dispositif (10) selon la revendication 1, caractérisé en ce que le réseau laser (212) comprend un réseau laser à multiples longueurs d'ondes  
25 qui inclut une série de lasers, chacun d'une longueur d'onde différente.

8. Dispositif (10) selon la revendication 1, caractérisé en ce que le réseau laser comprend un réseau laser (212) à longueur d'onde unique qui inclut une série de lasers qui sont tous de la même longueur d'onde.

9. Dispositif (10) selon la revendication 1, qui comprend en outre un  
30 guide d'ondes (620) pour coupler la sortie laser ; un photodétecteur (820) pour vérifier que la puissance de sortie (142) du laser est suffisante ; et un coupleur (840) à prise couplé optiquement au guide d'ondes (620) pour

dévier vers le photodétecteur (820) une fraction de la sortie laser afin de capter la puissance.

10. Source laser (412) susceptible d'être sélectionnée sous l'effet d'un MEMS (516), caractérisée en ce quelle comprend :

- 5 - un substrat (600) incluant un premier guide d'ondes optique (601) d'entrée, un deuxième guide d'ondes optique (602) d'entrée et un guide d'ondes optique (620) de sortie ;
- une première source laser (312) disposée sur le substrat (600) et couplée au premier guide d'ondes optique (601) d'entrée ;
- 10 - une deuxième source laser (412) disposée sur le substrat (600) et couplée au deuxième guide d'ondes optique (602) d'entrée ; et
- un commutateur (516) à MEMS qui inclut un miroir (162') mobile en réponse à un signal de commande, de manière à diriger optiquement
- 15 de source laser, un signal optique qui provient, soit du premier guide d'ondes optique (601) d'entrée pour une première position du miroir (162'), soit du deuxième guide d'ondes optique (602) d'entrée pour une deuxième position de miroir (162').

11. Source laser (412) selon la revendication 10, caractérisée en ce que  
20 que le commutateur (516) à MEMS comprend un actionneur (750) pour faire glisser le miroir (162') dans une tranchée (760) afin qu'il reflète sélectivement vers le guide d'ondes optique (620) de sortie le signal optique présent sur le deuxième guide d'ondes optique (602) d'entrée.

12. Source laser (412) selon la revendication 10, caractérisée en ce que  
25 le commutateur (516) à MEMS comprend un réseau 1xN d'actionneurs pour faire glisser sélectivement le miroir (162') dans une tranchée (760) afin qu'il reflète sélectivement vers le guide d'ondes optique (620) de sortie le signal optique présent sur le deuxième guide d'ondes optique (602) d'entrée.

13. Source laser (412) selon la revendication 10, caractérisée en ce que  
30 le substrat (600) comprend une carte mère plane en silicium à circuit optique lumineux dans laquelle le guide d'ondes optique (620) de sortie est disposé de façon linéaire dans un trajet linéaire qui vient du premier guide d'ondes optique (601) d'entrée et le guide d'ondes optique (620) de sortie

est disposé de façon non linéaire à distance du deuxième guide d'ondes optique (602) d'entrée.

14. Source laser (412) selon la revendication 10, caractérisée en ce que le miroir (162') inclus dans le commutateur (516) à MEMS peut coulisser  
5 entre la première position qui n'obstrue pas un trajet optique entre le premier guide d'ondes optique (601) d'entrée et le guide d'ondes optique (620) de sortie, et une deuxième position qui obstrue le trajet optique entre le premier guide d'ondes optique (601) d'entrée et le guide d'ondes optique (620) de sortie, afin de rediriger le trajet optique entre le deuxième guide  
10 d'ondes optique (602) d'entrée et le guide d'ondes optique (620) de sortie.

15. Source laser (412) selon la revendication 10, caractérisée en ce que le substrat (600) comprend une carte mère plane en silicium à circuit optique lumineux dans laquelle le deuxième guide d'ondes optique (602) d'entrée est disposé perpendiculairement au guide d'ondes optique (620) de sortie.

16. Source laser (412) selon la revendication 15, caractérisée en ce que  
15 le commutateur (516) à MEMS comprend un actionneur (750) pour faire coulisser le miroir (162') dans une tranchée (760) vers une position dressée, en diagonale, à une intersection optique du deuxième guide d'ondes optique (602) d'entrée et du guide d'ondes optique (620) de sortie, afin de  
20 refléter sélectivement vers le guide d'ondes optique (620) de sortie le signal optique présent sur le deuxième guide d'ondes optique (602) d'entrée.

17. Source laser (412) susceptible d'être sélectionnée sous l'effet d'un MEMS (516), caractérisée en ce qu'elle comprend :

- 25 - un substrat (600) qui inclut une série de guides d'ondes optiques d'entrée et un guide d'ondes optique (620) de sortie ;
- un réseau (412) de lasers disposé sur le substrat (600) et incluant une série de lasers qui sont connectés de façon correspondante à chacun des guides d'ondes optique d'entrée de la série afin d'amener en réponse à un signal de commande un faisceau laser sélectionné activé sur l'un des  
30 guides d'ondes optique d'entrée de la série ; et
- un commutateur (516) à MEMS à connexions croisées nx1 qui inclut une série de miroirs (162') mobiles qui peuvent être activés séparément en réponse au signal de commande afin de refléter optiquement vers le guide d'ondes optique (620) de sortie, qui constitue la sortie (142) de

source laser, le faisceau laser sélectionné couplé à partir de l'un (602) des guides d'ondes d'entrée.

FIG. 1

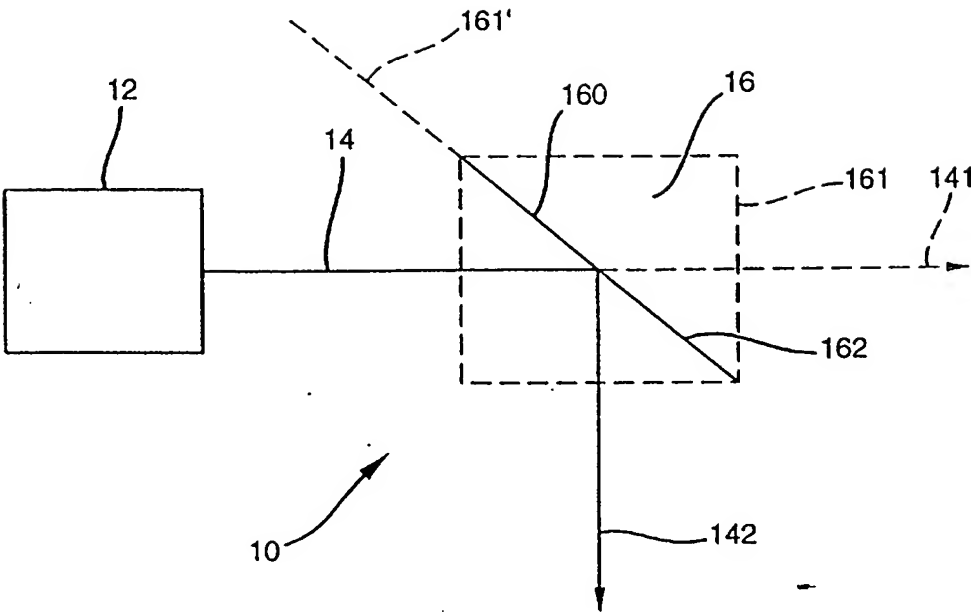


FIG. 2

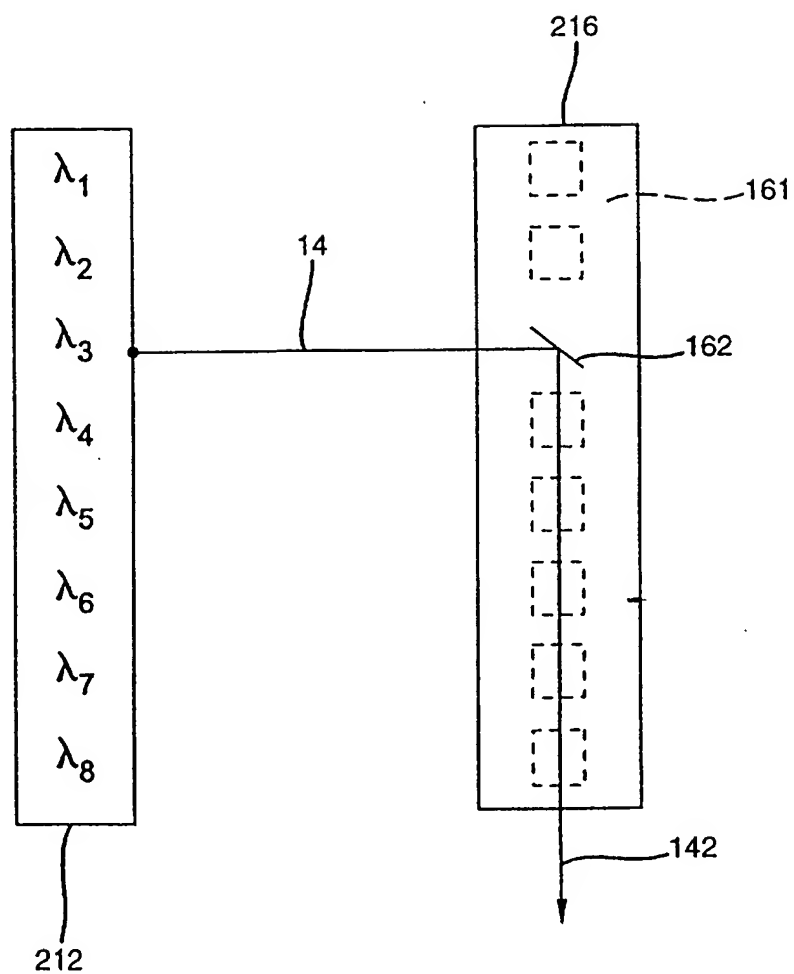


FIG. 3

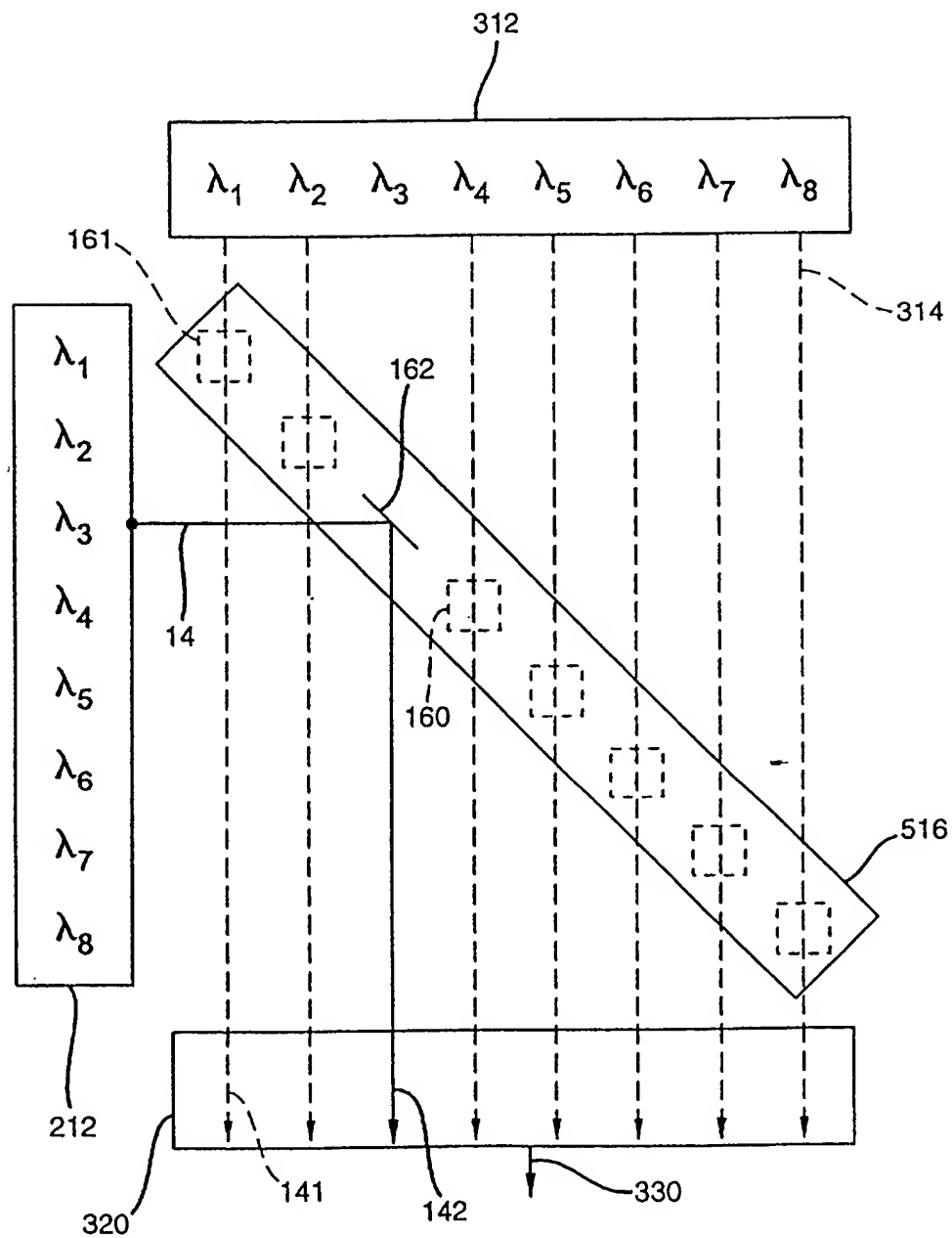


FIG. 4

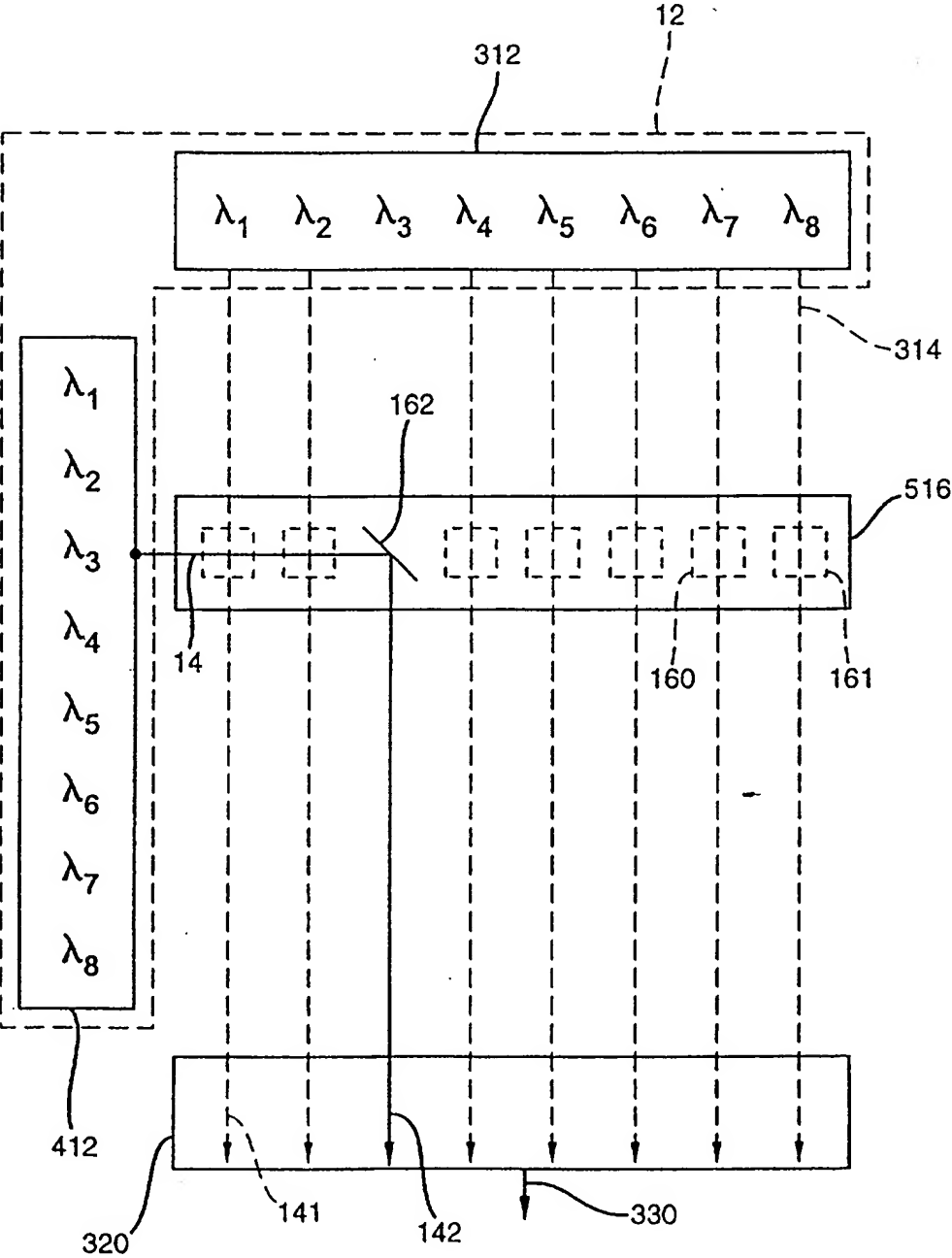


FIG. 5

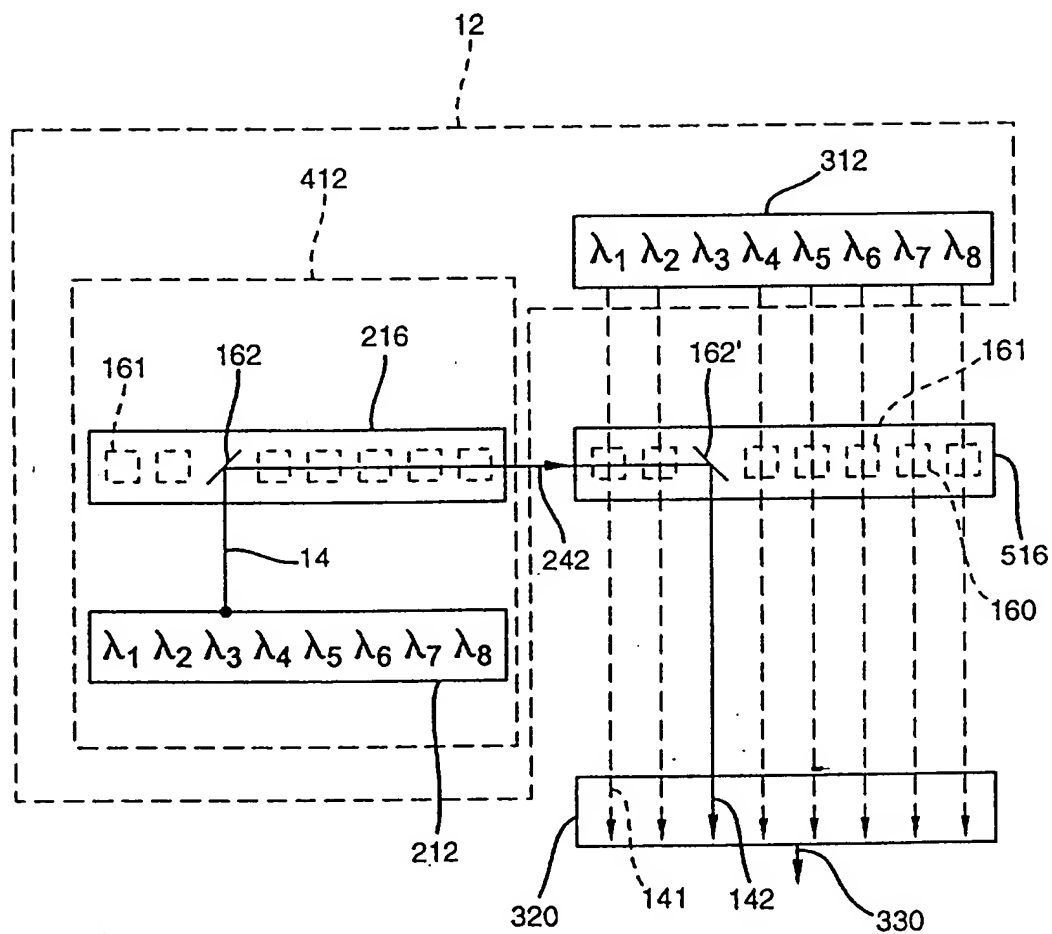


FIG. 6

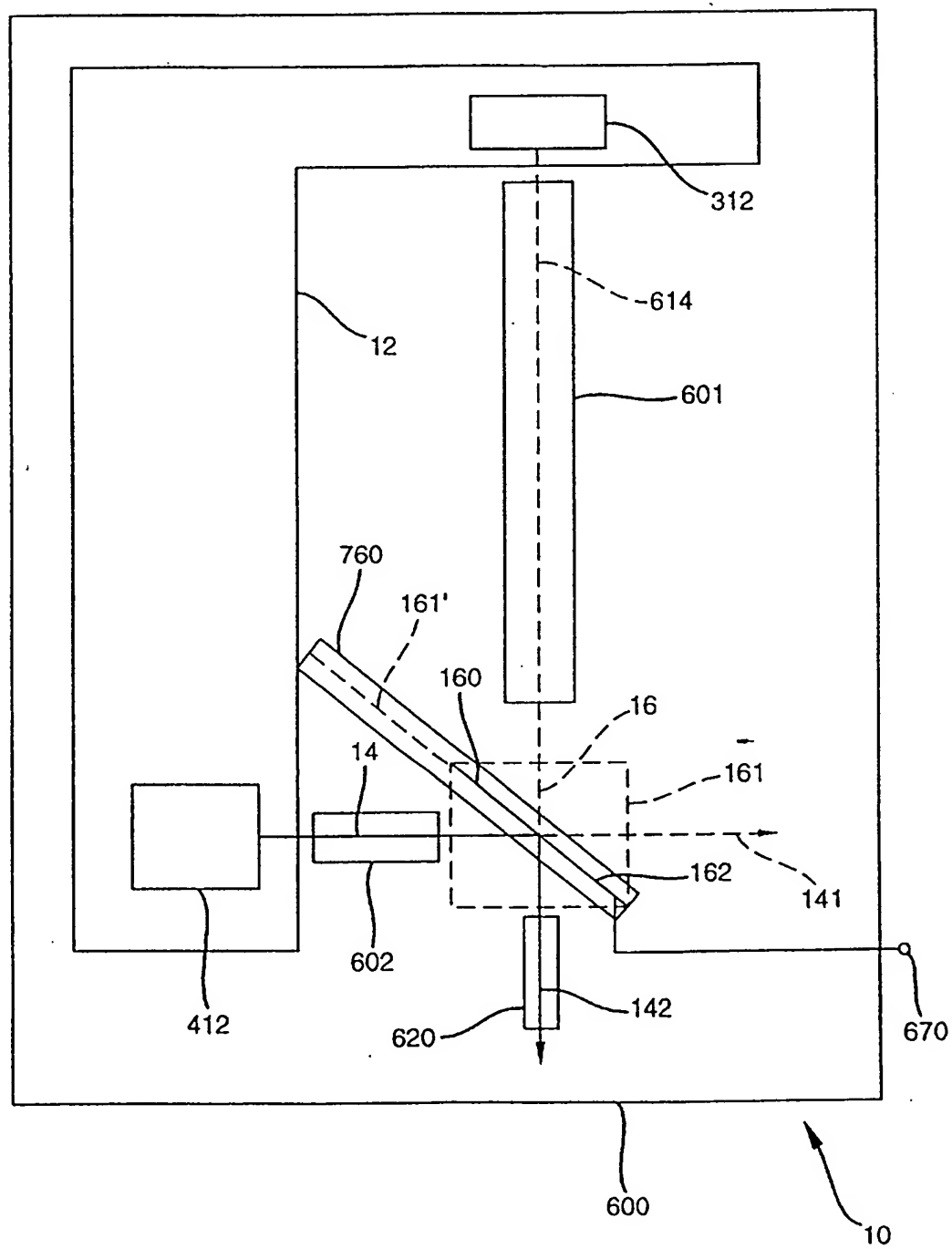


FIG. 7

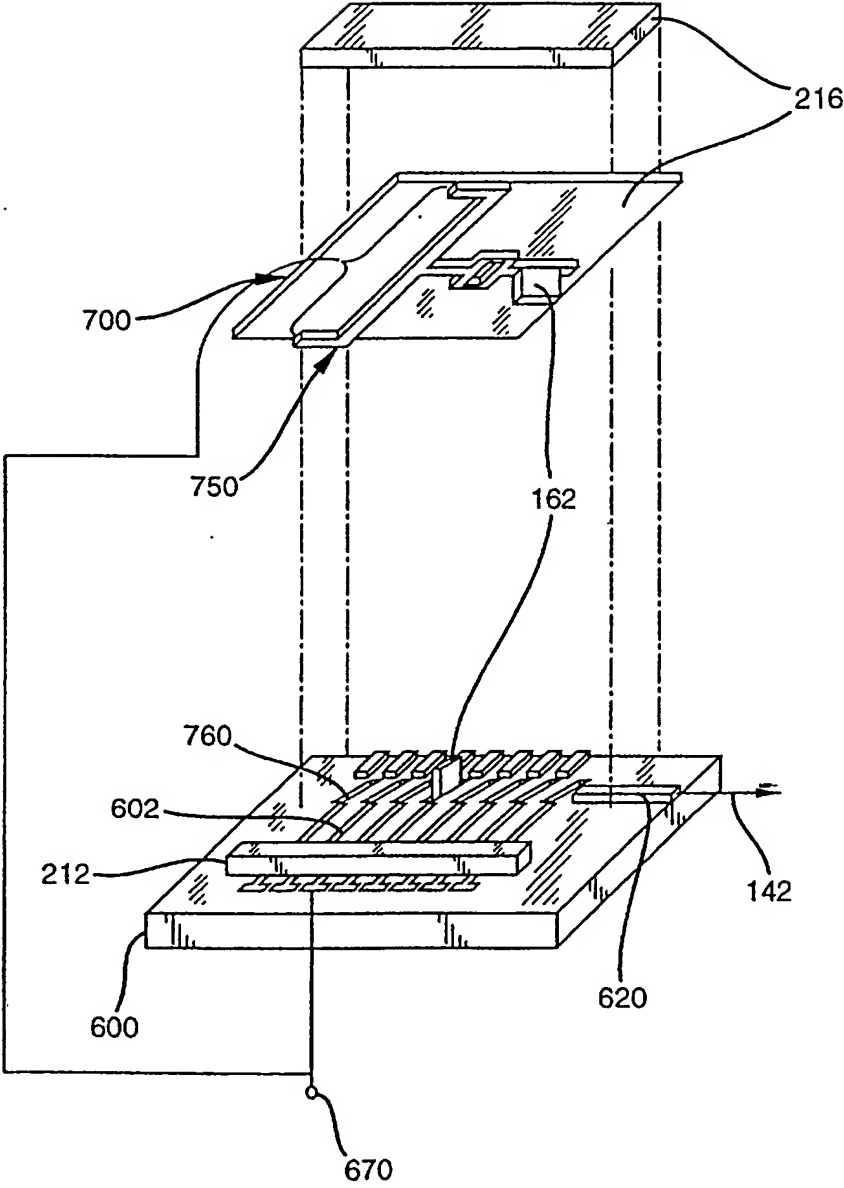
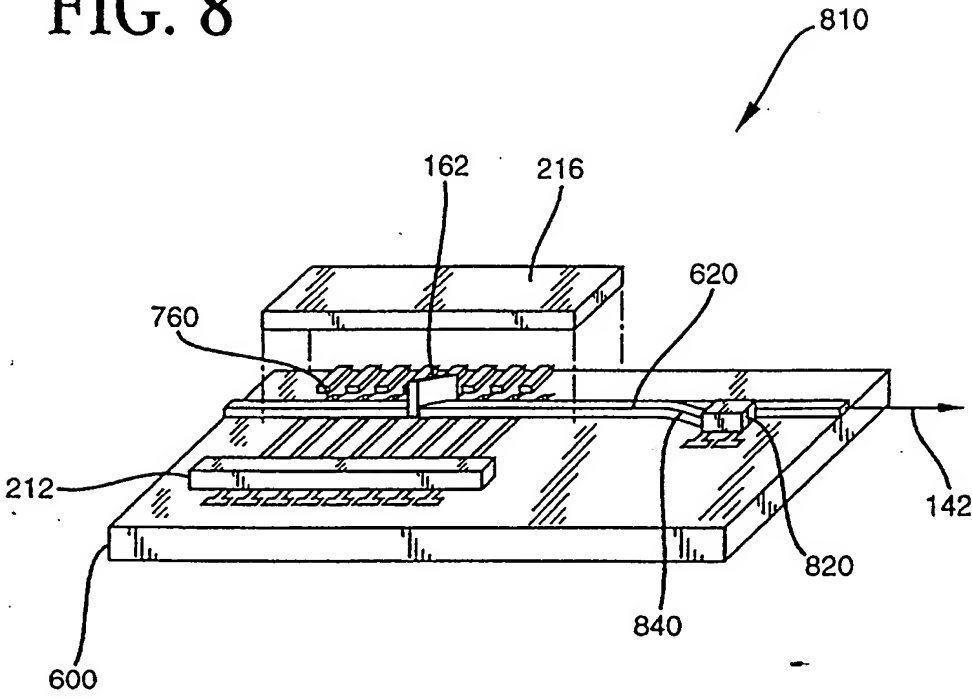


FIG. 8



9/10

FIG. 9

